

ХІІІ Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

УДК 004.032.26

Н.Д. Мамчур, студентка гр. ПК-71
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОБРОБКИ СПЕКТРІВ РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Анотація. Робота присвячена аналізу сучасних можливостей застосування нейронних мереж в спектрометрії радіаційного випромінювання. Розглянуто порівняння спектрів радіаційного випромінювання і співвідношення активності елементів один до одного, вказані переваги нейронних мереж для вирішення задач спектрометрії. Розглянуто перспективні напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: нейронні мережі, спектрометрія, радіаційне випромінювання.

ВСТУП

Радіаційні випромінювання є постійним супутником сучасного життя людини, оскільки ми живемо в світі, де радіація присутня скрізь, будь-то медицина, промисловість чи навколишнє середовище. Через це часто існує необхідність проводити якісний і кількісний аналіз спектрів радіаційних випромінювань. Це дозволяє контролювати потужність доз радіаційного випромінювання і передбачати захист від нього, а також ідентифікувати радіоактивні ізотопи та джерела забруднення.

На сьогоднішній день існує багато напрямків розвитку систем обробки інформації спектрів радіаційного випромінювання, які отримують все більш широке поширення. В таких системах застосовуються і технології нейронних мереж (НМ). З дослідженнями спектрометрії радіаційного випромінювання за допомогою НМ науковці активно почали працювати ще в 90-х роках минулого століття [1]. На даний час, використання технологій НМ в аналізі та обробці спектрів радіаційного випромінювання охоплює різноманітні напрями, в яких необхідно вирішити задачі прогнозування, класифікації чи управління. НМ перспективно застосовувати для автоматизованого аналізу спектрів радіаційного випромінювання завдяки ряду переваг, таких як швидка обробка інформації (основне обчислювальне навантаження припадає на момент навчання) і реалізація автоматизації процесу (виключається людський вплив на результат). Це дозволяє використовувати нейромережеві системи аналізу даних в тих випадках, коли необхідна швидка та точна відповідь на поставлену задачу.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В РАДІАЦІЙНІЙ СПЕКТРОМЕТРІЇ

Штучні нейронні мережі – це один із найпотужніших методів моделювання, який дозволяє відтворювати складні нелінійні залежності. Основною особливістю нейромережевих технологій є використання навчання. НМ функціонує на підставі досвіду, отриманого під час навчання, а не у відповідності до жорстко заданого алгоритму. Структура перших НМ була пов'язана з біологією. Адже НМ використовуються для вирішення складних завдань, які вимагають аналітичних обчислень подібних тим, які робить людський мозок [2].

Штучна нейронна мережа є послідовністю нейронів, які зв'язані між собою синапсами. А сам нейрон – це обчислювальна одиниця, яка отримує інформацію, виконує над нею деякі обчислення і передає до наступних елементів системи.

НМ зазвичай складається з трьох основних прошарків нейронів – вхідного, прихованого та вихідного. Синапс – це так званий зв'язок між нейронами. Ступінь цього зв'язку визначають ваги, які застосовуються для обчислення зваженої суми значень нейронів перед застосуванням активаційної функції.

Головними перевагами нейромереж над традиційними алгоритмами вважають навчання НМ та швидкодію, універсальність і простоту застосування, стійкість. Вирішення задач відбувається навіть у разі відсутності декількох закономірностей чи деяких вхідних даних. Водночас, не потрібно встановлювати взаємозв'язки між величинами заздалегідь, мережа вивчає їх вже на готових зразках. В класичних методах обов'язково потрібно проводити додаткові перевірки, що не є обов'язковим для нейромереж, оскільки НМ автоматично відфільтрує зайві або пошкоджені дані [1]. Інформація в НМ зберігається розподілено, тому у разі незначного пошкодження окремого елемента мережі чи його зв'язку з іншими елементами, робота НМ буде продовжуватись, а продуктивність хоч і знизиться, але дуже незначно [3].

Ще одним недоліком в класичних алгоритмах є те, що різні умови призводять до сильного зниження продуктивності, ускладняється робота і з'являється багато грубих помилок, що не припустимо при обробці спектрів радіації. Також це значно ускладнює автоматизацію обробки даних. НМ позбавлені вказаних недоліків. Отже, більш доцільно використовувати для аналізу спектрів радіаційного випромінювання НМ, ніж традиційні алгоритми.

АВТОМАТИЗОВАНА КЛАСИФІКАЦІЯ РАДІАЦІЙНИХ ІЗОТОПІВ

В силу різних причин, радіоактивні речовини потрапляють в навколишнє середовище і, в залежності від багатьох умов, переміщуються. Для визначення конкретних типів розповсюджених ізотопів та подальшого прогнозування значення потужності доз розповсюджених радіаційних випромінювань перспективно застосовувати нейронні мережі. За допомогою них можливе вирішення проблеми автоматичного порівняння радіаційних випромінювань в реальному часі за спектрами гамма-випромінювання.

Традиційним способом ідентифікації радіоактивних ізотопів вважається пошук максимуму і відповідних кривих шуканого спектру радіаційного випромінювання та його порівняння зі спектром гамма-випромінювання. У цьому методі використовується повторюваний процес розкладання і реконструкції спектру до тих пір, поки шуканий алгоритмічний спектр не буде відповідати дійсному. Але для виконання цього методу часто потребується великий об'єм обчислень і багатократного людського фізичного втручання. Застосування НМ в цьому процесі можливе для автоматизації процедур розпізнавання та порівняння спектрів.

В роботі [4] пропонується використовувати метод ідентифікації радіаційних випромінювань по реконструйованому фізичному спектру гамма-випромінювання з використанням тришарової нейронної мережі прямого розповсюдження. В якості вхідних даних автори взяли реконструйований 256-канальний спектр гамма-випромінювання, а для навчання нейронної мережі застосували метод сполучених градієнтів з гнучким корегуванням кроку.

Підсумками дослідження є результат автоматичної роботи НМ, який показав на відновленому спектрі порівняння активності ізотопів між початковим і фоновим спектрами, де перевищення над фоном було 75%. Авторами також було вказано, що метод на підготовчому етапі чутливий до якості і кількості інформації в навчальній вибірці, але процедура ідентифікації виконувалась за один прохід.

Метод порівняння нейронними мережами радіоактивних випромінювань по гамма-спектру досить складний на етапі підготовки навчальної вибірки. Але цей алгоритм є перспективним і потребує подальшого розвитку, тому що навчена НМ може показати високі результати автоматичного порівняння спектрів радіаційних випромінювань та достовірно класифікувати радіоактивні ізотопи.

СПІВВІДНОШЕННЯ АКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ

Для багатьох районів нашої планети дані про радіаційне випромінювання повністю відсутні. У зв'язку з цим виникає необхідність отримання важливих даних про спектри радіаційних випромінювань. За допомогою штучних нейронних мереж можливо автоматизувати процес аналізу відношень активності елементів. Це потрібно для підвищення ефективності визначення типу джерела забруднення та його походження: природного чи антропогенного.

В роботі [5] проведено дослідження відношення активності урану-234 до урану-238. Автори обрали метод обробки спектрів радіоактивності за допомогою нейронних мереж. Стверджується, що основною перевагою такого підходу є відсутність необхідності у розробці математичної моделі, оскільки НМ навчається на прикладах і опрацьовує зразки на основі вхідних і вихідних даних, без формалізованого опису характеру їх взаємозв'язку.

В якості архітектури та навчального алгоритму мережі автори обрали багат шарову нейронну мережу прямого розповсюдження зі зворотним поширенням помилки та алгоритм навчання Левенберга-Марквардта. Такі характеристики мережі відомі простотою реалізації та хорошою здатністю до узагальнення. Нейронна мережа мала чотири вхідних нейрони, один прихований і один вихідний нейрони. На вхідні нейрони подавались значення з осі ординат вибраних точок спектру, а на вихідних – було показано відношення активностей урану-234 до урану 238. Перевірка правильності роботи НМ проводилась за критеріями значення коефіцієнта кореляції, середньої абсолютної та середньоквадратичної похибок. Результати дослідження показали, що НМ ефективно виконують свою функцію, адже за статистичними оцінками спроби знайти відмінність походження зразків урану виявились вдалими. Авторами визначено, що оптимальна продуктивність НМ отримується при 10 прихованих нейронах, така мережа забезпечила найбільшу точність під час оцінки коефіцієнта активності між природними та антропогенними зразками урану.

Нейромережеві технології можна активно використовувати для визначення співвідношення активності радіаційних випромінювань в неруйнівному контролі [6]. За допомогою даного методу можливо автоматизувати процес визначення джерел радіоактивного забруднення та контролювати вміст радіоактивних речовин в об'єктах контролю. Особливо актуальними ці завдання є у сферах атомної енергетики, медицини та геології.

ВИСНОВКИ

Нейромережеві технології сьогоднішній день користуються все більшим запитом. Їхнє використання в вивченні та обробці інформації спектрів радіаційних випромінювань залишається актуальним питанням, вирішення якого дозволить підвищити ефективність і точність вимірюваннях радіації. Метод порівняння спектрів радіаційних випромінювань на даний час є складним для практичної реалізації. Але завдяки використанню НМ, даний метод має великі перспективи в майбутньому. Аналіз співвідношення активності одного елемента по відношенню до іншого також можна автоматизувати із застосуванням НМ. В такому випадку, буде ефективно вирішено не лише завдань класифікації, а і окремі випадки завдання кількісного аналізу.

Отже, не звертаючи увагу на маловивченість даного питання, застосування НМ для аналізу інформації спектрів радіаційних випромінювань є перспективним завдяки ряду переваг в порівнянні з класичними методами. Основним завданням для подальших досліджень є оптимізація підготовки бази навчальних зразків для різних методів радіаційної спектрометрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Головинов А.О., Климова Е.Н. Преимущества нейронных сетей перед традиционными алгоритмами / А.О. Головинов, Е.Н. Климова // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сб. ст. по матер. V междунар. науч.-практ. конф. № 5(5). – Новосибирск: СибАК, 2017. – С. 11-15.
- [2] Иванюкович В.А., Скулович О.З. Нейросетевое моделирование величины радиационного фона / В. А. Иванюкович, О. З. Скулович // Сахаровские чтения 2009 года: экологические проблемы XXI века: материалы 9-й научной конференции, г. Минск, Беларусь, 21-22 мая 2009 / Министерство образования Республики Беларусь; МГЭУ им. А. Д. Сахарова. – С. 246
- [3] Momot A. Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing / A. Momot, R. Galagan. // Sciences of Europe. – 2019. – №44. – pp. 20–25.
- [4] Кочергин А.В., Пивоварцев С.С. Нейронная сеть для идентификации нуклидов по гамма-спектру / А.В. Кочергин, С.С. Пивоварцев // Искусственный интеллект – 2008. – № 4. С. 600–604.
- [5] Einian M. R., Aghamiri S. M. R., Ghaderi R. Application of neural network method to detect type of uranium contamination by estimation of activity ratio in environmental alpha spectra / M. R. Einian, S. M. R. Aghamiri, R. Ghaderi // Journal of Environmental Radioactivity – 2016. – № 151. – Pp. 75–81.
- [6] Галаган Р.М. Застосування нейромережевих технологій для вирішення обернених задач неруйнівного контролю / Р. М. Галаган, А. С. Момот // XVI Міжнародна науково-технічна конференція «Приладобудування: стан і перспективи», 16-17 травня 2017 р., м. Київ, Україна : збірник тез доповідей. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – С. 144.

Наук. керівник – ас. Момот А.С.